

B.I.M. e beni architettonici: analisi e rappresentazione multiscalare e multidimensionale di un insediamento storico. Il caso studio di Montemagno, Borgo

*Original*

B.I.M. e beni architettonici: analisi e rappresentazione multiscalare e multidimensionale di un insediamento storico. Il caso studio di Montemagno, Borgo Nuovo piemontese / Spallone, Roberta; Piano, Andrea; Piano, Simona. - In: DISEGNARE CON.... - ISSN 1828-5961. - ELETTRONICO. - 16:13(2016), pp. 1-13.

*Availability:*

This version is available at: 11583/2650644 since: 2016-09-23T16:41:16Z

*Publisher:*

Università degli Studi dell'Aquila

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

openAccess

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

## **B.I.M. e beni architettonici: analisi e rappresentazione multiscalare e multidimensionale di un insediamento storico. Il caso studio di Montemagno, Borgo Nuovo piemontese**

Fra le sue numerose e multiformi potenzialità, il B.I.M. annovera quelle della gestione diacronica e multiscalare dei modelli digitali. Tali potenzialità sono state sperimentate in maniera innovativa sul caso studio di un insediamento medievale di particolare caratterizzazione morfologica, per la sua disposizione a pettine inframezzata da stretti vicoli, collocato su un sistema di tre crinali, nell'astigiano. La ricerca, di carattere interdisciplinare, ha comportato attività di analisi a livello urbano, microurbano e architettonico. La metodologia impiegata usa strumenti la cui applicazione al costruito storico sono attualmente indagati dagli studiosi in ambito di H.B.I.M.; rispetto agli studi esistenti, però, l'approccio utilizza alcune funzionalità per il controllo della dimensione temporale non ancora adeguatamente esplorate, intrecciandole con l'archeologia degli elevati e il diagramma stratigrafico di Harris (Matrix), al fine di agevolarne la lettura.

## ***B.I.M. and cultural heritage: multi-scalar and multi-dimensional analysis and representation of an historical settlement. The case study of Montemagno, a New Village in Piedmont***

*Among its many and varied potential, B.I.M. includes those of diachronic and multi-scalar management of digital models. These potentialities have been tested in an innovative way on the case study of a medieval settlement of particular morphology, for its comb-shaped layout interspersed by narrow alleys, placed on a system of three ridges, in Asti territory. This interdisciplinary research, has involved analyses at the urban, micro-urban and architectural levels. The methodology uses tools whose applications to historical buildings is currently object of study by scholars in the field of H.B.I.M. Compared to existing studies, however, the present approach uses some functionality for the control of the time dimension not yet properly explored, interlacing with the archaeology of the elevations and the stratigraphic Harris Diagram (Matrix), in order to facilitate the analysis.*



**Roberta Spallone**

Professore associato di Disegno presso il DIST, Politecnico di Torino, è docente nel corso di studi in Architettura. Svolge attività di ricerca negli ambiti della storia e della critica del disegno di progetto, del rilievo urbano e della modellazione digitale, i cui esiti, pubblicati in oltre 100 fra monografie e saggi, sono stati oggetto di relazioni orali in numerosi Convegni Internazionali.



**Andrea Piano**

Dottore in architettura, specializzando presso la Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e Paesaggio del Politecnico di Torino. Laureatosi con una tesi su analisi stratigrafica e rappresentazione multiscalare, sta partecipando ad alcuni convegni occupandosi di temi inerenti la storia del paesaggio ed il suo rapporto con la progettazione e la pianificazione contemporanea.



**Simona Piano**

Dottore in architettura, specializzando presso la Scuola di Specializzazione in Beni Culturali e del Paesaggio del Politecnico di Torino. Si è laureata presso il Corso di Laurea Magistrale Architettura Costruzione Città (Politecnico di Torino) con una tesi sull'analisi stratigrafica e sulla rappresentazione multiscalare. Partecipa ad alcuni convegni relativi alla storia del paesaggio ed alla pianificazione contemporanea.

**Parole chiave:** B.I.M., Cultural Heritage, Rappresentazione

**Key words:** B.I.M., Cultural Heritage, Representation

1. MODELLI INFORMATIVI MULTISCALARI E MULTIDIMENSIONALI PER LA RAPPRESENTAZIONE DEL TESSUTO URBANO STORICO: DAI RILIEVI FILOLOGICO-CONGETTURALI, AI MODELLI DIGITALI TEMATICI, AGLI ORTOFOTOPIANI DI CONTESTI STORICI, AI B.I.M. (ROBERTA SPALLONE)

Fra le sue numerose e multiformi potenzialità, il B.I.M. annovera quelle della gestione diacronica e multiscalarità dei modelli digitali. Tali potenzialità sono state sperimentate in maniera innovativa sul caso studio di un insediamento medievale di particolare caratterizzazione morfologica, per la sua disposizione a pettine inframezzata da stretti vicoli, collocato su un sistema di tre crinali, nell'astigiano. La ricerca, di carattere interdisciplinare, ha comportato attività di analisi a livello urbano, microurbano e architettonico, svolte mediante ricerche storiche, bibliografiche e archivistiche, indagini cartografiche e rilevamenti in situ. Il modello di sintesi conoscitiva, realizzato con tecnologie B.I.M., ha consentito di apprezzare, alle diverse scale, le trasformazioni storiche, lette con il metodo regressivo, fino all'applicazione delle metodologie di analisi stratigrafica sul paramento murario di un edificio esemplare, la casa Accornero.

La metodologia impiegata usa strumenti la cui applicazione al costruito storico è attualmente indagata dagli studiosi in ambito di H.B.I.M.; rispetto agli studi esistenti, però, l'approccio utilizza alcune funzionalità per il controllo della dimensione temporale non ancora adeguatamente esplorate, intrecciandole con l'archeologia degli elevati e con il diagramma stratigrafico di Harris (Matrix), al fine di agevolarne la lettura.

Il caso studio proposto nel presente articolo è stato sviluppato da Andrea e Simona Piano nell'ambito della loro tesi magistrale in Architettura Costruzione Città, presso il Politecnico di Torino, con la guida, in veste di relatori, di Roberta Spallone e Carlo Tosco. L'interdisciplinarietà, ora più che mai necessaria nell'indagine dei beni culturali caratterizzati da un elevato livello di complessità, come quelli urbani/architettonici, ha coinvolto quindi le discipline della Rappresentazione e della Storia dell'architettura medievale.

La ricerca odierna si pone in continuità con una

serie di proposte metodologiche e di esperienze, anche svolte personalmente dall'autrice del presente paragrafo, che hanno indirizzato Andrea e Simona Piano nelle operazioni di analisi, interpretazione e comunicazione del processo di conoscenza effettuato.

Una delle radici del lavoro è certamente costituita dalla metodologia di rilievo urbano, messa a punto dal gruppo coordinato da Augusto Cavallari Murat nella seconda metà degli anni '60, che ha avuto, fra i principali esiti, nel 1968, la pubblicazione *Forma urbana e architettura nella Torino barocca* [1], in tre volumi, e nel 1974, la formalizzazione delle convenzioni e simboli per il rilievo di tessuti urbani storici, all'interno della norma UNI 7310-74 "Cartografia urbana. Rappresentazione convenzionale di aggregati urbani storici prevalentemente caratterizzati da edilizia multipiana".

Le mappe di rilievo urbano, in scala 1:1000, sulla base cartografica offerta dalle tavolette del catasto geometrico particellare, opera di Andrea e Alberto Gatti, del 1823, integrata con la Carta Tecnica Comunale del tempo, rappresentavano una selezione di dati desunti attraverso la ricerca d'archivio di documenti iconografici, a diverse scale, e testuali, come i censimenti.

Dino Coppo ricorda che Cavallari Murat ebbe diversi incontri con Pierre Lavedan e che "con lui si protrasse una interessante discussione di quali fossero i valori che connotavano la città storica, quella barocca in particolare, e sulle modalità con cui questi potessero essere restituiti in un elaborato grafico sintetico, come era avvenuto in alcune celebri mappe del passato, quella del Nolli su Roma in particolare" [2].

Il problema del bilanciamento del livello informativo, in relazione alla scala di riduzione, aveva costituito uno dei nodi critici del lavoro, che aveva dovuto conciliare il disegno ad inchiostro a mano libera, con la scelta delle grafie, dei simboli, degli spessori delle linee e della trama delle campiture.

I dati di carattere morfologico, tipologico e stilistico, erano collezionati in un disegno dell'impianto a terra, in cui erano distinti gli spazi pubblici da quelli privati. L'obiettivo di fornire, attraverso

una pianta, una serie di informazioni sul carattere tridimensionale del tessuto, palesata dalla dicitura "Simboli stereometrici", si manifestava nel disegno dei coronamenti superiori, distinti nelle loro peculiarità tecnologiche e stilistiche, nella campitura dei differenti corpi di fabbrica, più o meno fitta a seconda del numero di piani, nella proiezione virtuale delle coperture voltate e architravate, nell'indicazione degli assi delle aperture al piano principale, dei sistemi distributivi verticali e degli accessi alle unità abitative al piano tipo.

La rappresentazione manifestava anche intenzioni multiscalarità, definendo non solo invarianti e varianti al livello della morfologia urbana, ma anche peculiarità distributive, funzionali e stilistiche, relative ai singoli manufatti.

Una serie di esperienze personali condotte in tal senso, come il rilievo urbano di via Pietro Micca [3], sotto la guida di Dino Coppo, e i rilievi di alcune *Villae Novae* piemontesi - Fossano, Cherasco e Cuorgnè [4] - configuratesi come tessuti urbani minori, condotti con Gianfranco Calorio, Giuseppe Moglia e Marco Vitali, hanno consentito, nel primo caso, di formulare proposte di integrazione alla norma Uni sopra menzionata, nel secondo, di approfondire le modalità con cui coniugare il rilievo urbano a quello architettonico e di dettaglio attribuendo differenti livelli e significati alla lettura alle diverse scale.

Di differente taglio, la ricostruzione digitale tridimensionale della trasformazione storica del Borgo di Po a Torino [5], per la quale, con gli strumenti informatici disponibili alla fine degli anni '90 per la modellazione tridimensionale CAD, l'autrice aveva messo a punto un metodo di indagine e allestito un modello di sintesi della ricerca documentaria e del rilievo diretto compiuti. Si trattava, in particolare, di riconoscere, nel tessuto urbano oggi esistente, le tracce della sedimentazione di successive fasi di costruzione, demolizione e trasformazione, attraverso una ricerca archivistica di carattere multiscalarità, che integrava i rilievi storici, le carte di piano e i disegni di progetto dei singoli edifici con rilevamenti metrici diretti. Il metodo di indagine, di tipo regressivo, registrava, a cadenze trentennali, scelte

sulla base delle vicende storiche che avevano interessato la città, le trasformazioni morfologiche avvenute nel tessuto andando a ritroso fino a fine Settecento, periodo in cui erano documentati i primi insediamenti. La costruzione del modello, che aveva interessato una trentina di isolati urbani, era finalizzata a costituire una base su cui formulare proposte di modifiche volumetriche all'interno degli isolati, compatibili con il recentemente varato Piano Regolatore Generale, del 1995. Sulla base della cartografia numerica, la prima della Città, realizzata in quegli stessi anni, si era proceduto alla modellazione, utilizzando MicroStation, del terreno collinare, del sistema stradale e dei volumi degli edifici, comprensivi di tetti e abbaini, utilizzando colori differenti per indicarne la periodizzazione. Il modello digitale si prestava alle visualizzazioni del costruito in differenti periodi e alla generazione di sezioni territoriali lungo le strade, che indicassero, nel continuum urbano, le caratterizzazioni geometriche delle differenti cellule.

Un riferimento indispensabile per tale ricerca era stato il lavoro Napoli in assonometria, realizzato a metà degli anni '90 dal gruppo di Adriana Baculo [6], che aveva tracciato un grande disegno della città, vista dal mare, costruendo una serie di segni convenzionali per caratterizzare le impaginazioni di facciata nella loro storicità.

Ulteriore contributo alla presente ricerca è derivato da una serie di lavori di rilievo multiscalarare riferito a strade e piazze in Torino e Piemonte [7],

in cui, alle metodologie del rilievo diretto, era stata affiancata la costruzione di ortofotopiani che integravano il disegno con indicazioni circa i materiali delle facciate, le tessiture, le colorazioni. Anche in questo caso il valore urbano del rilievo non era dato dalla somma dei singoli rilievi architettonici, ma dalla lettura ed individuazione di varianti ed invarianti costituenti il sistema della strada o della piazza e il ruolo, apparentemente predominante, dei fronti, come in altri lavori contemporanei svolti a Napoli [8] e Cesena [9], non era mai stato disgiunto dalle piante e dalle sezioni, che restituiscono la tridimensionalità intrinseca al sistema urbano/architettonico. Metodologie di indagine consolidate, problemi e soluzioni esperiti su sistemi costruiti affini a quelli del caso studio proposto nella presente ricerca, insieme alla volontà di sperimentare l'applicazione del metodo di analisi stratigrafica all'architettura hanno dunque condotto ad immaginare di realizzare un modello informativo digitale la cui visualizzazione potesse essere impostata a diverse scale e in diversi momenti storici e che potesse, una volta applicati i criteri dell'analisi stratigrafica, generare automaticamente i diagrammi detti Matrix. A complemento, la possibilità di realizzare animazioni, ormai diffusa in tutti i software di modellazione, avrebbe potuto agevolare la comunicazione sintetica degli esiti della ricerca. Per conseguire tali obiettivi il B.I.M. è parso essere lo strumento più adeguato fra quelli attualmente disponibili.

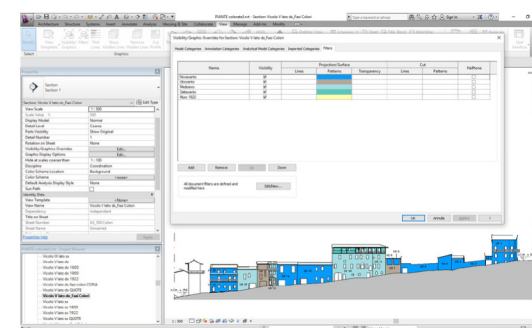
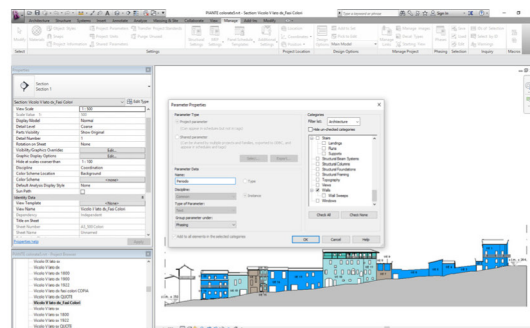
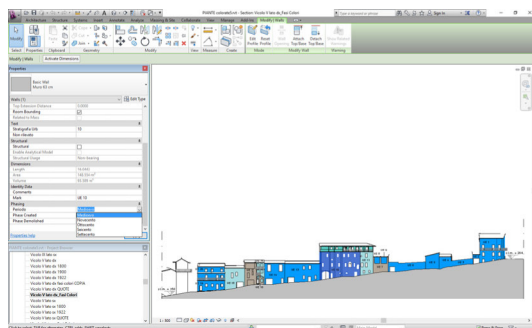
## 2. IL PROGETTO DI CONOSCENZA IN AMBIENTE B.I.M. MULTISCALARITA' E GESTIONE DELLA QUARTA DIMENSIONE (ANDREA PIANO)

La metodologia di ricerca messa a punto è stata applicata al centro urbano di Montemagno Monferrato (AT) e ha previsto una fase di rilievo del costruito ed una successiva elaborazione in ambiente BIM dei dati ottenuti.

Nel rilevare il centro storico di Montemagno la nostra attenzione si è focalizzata su spazi e relazioni tra gli edifici e tra questi ultimi ed il contesto, considerando il costruito come un continuum urbano dalla morfologia unitaria ed operando principalmente per mezzo di fotoraddrizzamenti.

L'approccio di ricerca, di tipo regressivo [10], ha considerato l'edificio come una fonte storica integrata, catalogando le tracce ancora oggi identificabili ed analizzando i catasti storici, specialmente il catasto sabaudo antico (1771), quello napoleonico (1812) e le carte d'impianto degli anni Venti del Novecento (1922), al fine di determinare la consistenza dell'abitato in diversi periodi storici. Sono stati quindi studiati gli allineamenti tra le particelle catastali, evidenziando accorpamenti, frazionamenti, nuove costruzioni e i cambiamenti rilevabili.

Lo studio del patrimonio pone al centro della ricerca temi importanti come lo scorrere del tempo e la consistenza della materia conservatasi. Risulta quindi più che mai fondamentale stabilire relazioni fra i dati concernenti la spazialità del bene culturale, la sua matericità, le fasi costrut-



1. Screenshots delle fasi di impostazione del lavoro in ambiente B.I.M





2. Identificazione delle fasi costruttive del tessuto urbano storico di Montemagno.

tive, lo stato di conservazione etc. strutturando l'informazione in modo che sia relazionata direttamente all'oggetto rappresentato e semanticamente definito. Da questo punto di vista risultano particolarmente idonei sistemi definiti per modelli di informazioni, specialmente quelli object based. Nel descrivere il costruito storico risultano dunque fondamentali la multiscalarità e la multidimensionalità nella gestione del modello, caratteristiche dell'ambiente BIM.

La ricerca storica ed il rilievo, coerentemente con l'impostazione del modello BIM, sono stati organizzati su tre diversi livelli di dettaglio, uno urbano, uno microurbano ed un altro architettonico.

Se a scala urbana le nostre analisi sono procedute conferendo maggiore importanza alle tipologie edilizie dominanti, all'estensione degli isolati ed alla relativa densità, in ambito microurbano ed architettonico abbiamo fatto ricorso all'analisi stratigrafica degli elevati [11]. Lavorare in modo multiscalarmente ci ha permesso di gestire ed incrociare in modo efficace informazioni diverse: il costruito storico è un archivio a cielo aperto di manufatti che forniscono importanti informazioni su avvenimenti passati, tecniche costruttive e costumi. Oltre ad agevolare la collaborazione tra discipline diverse, lavorare contemporaneamente su scale differenti è essenziale per indagare tracce dirette, indirette e documenti, studiando fonti diverse da più punti di vista: laddove si è rivelato necessario un approfondimento maggiore di quello urbano (redatto sulla base della Carta numerica fornita dal Comune), sono intervenute le scale microubane ed architettoniche con l'approccio stratigrafico.

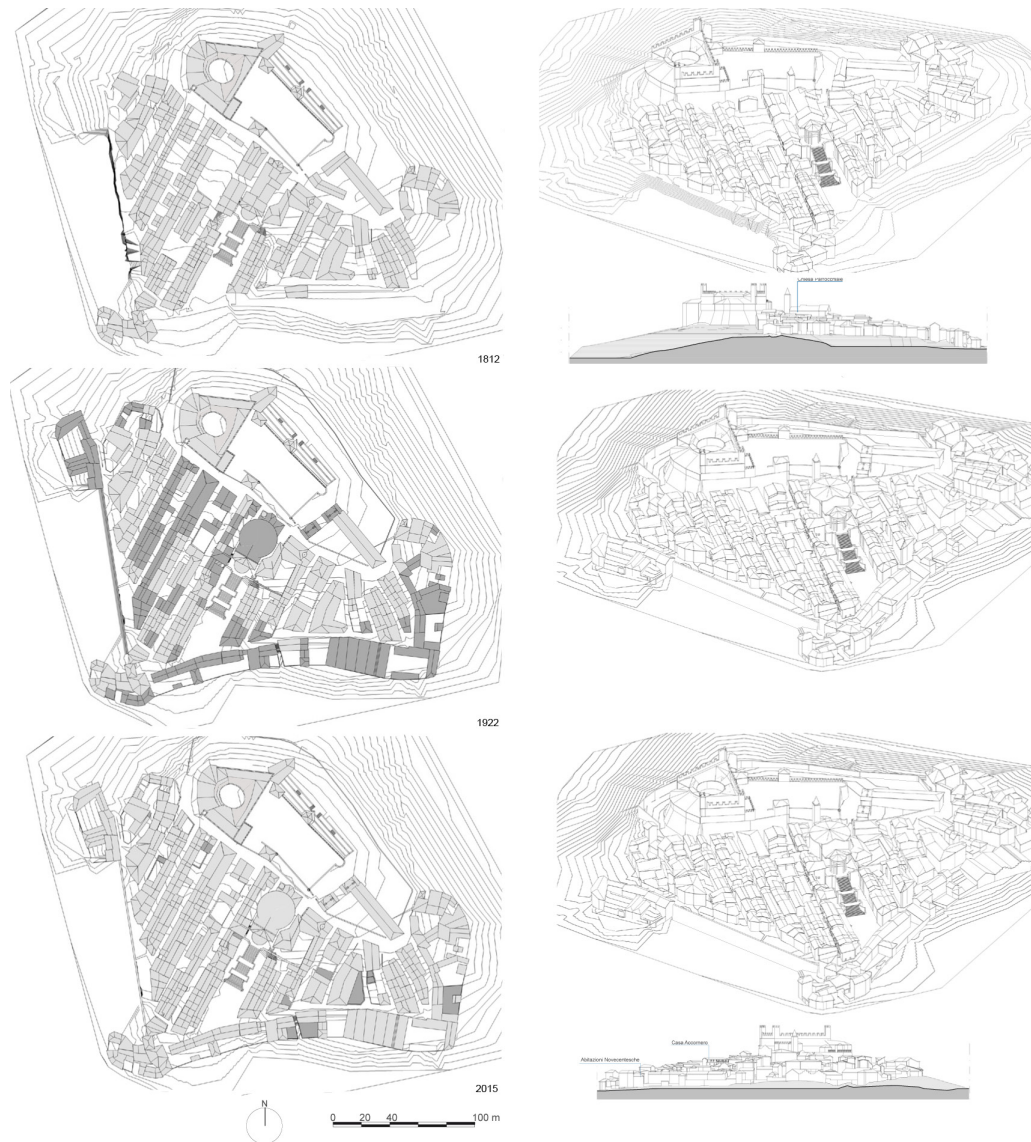
Dal punto di vista della gestione del modello, la multiscalarità ha permesso di far dialogare più compiutamente fra loro i diversi livelli di approfondimento dello studio, dalla scala urbana a quella architettonica. Sono stati quindi definiti tre diversi LOD, coerenti con i coarse, medium e fine level of detail, corrispondenti ai diversi livelli d'indagine urbano (1:1000), microurbano (1:500) ed architettonico (1:100). Sulla base di questi tre gradi di dettaglio sono state definite le diverse famiglie che compongono il modello.

Un'altra importante potenzialità dei programmi

BIM è la gestione della quarta dimensione: le fasi temporali dei Building Information Models sono inizialmente nate per gestire il cantiere e la costruzione dell'edificio, per poi essere ampliate concettualmente anche alla gestione dell'edificio as built. Da questo punto di vista, ordinare attentamente il database del modello aiuta il progettista ad avere la situazione sotto controllo, dal rilievo dello stato di fatto in poi.

L'idea sulla quale abbiamo sviluppato il modello di ricostruzione storica è quella di applicare le fasi di Autodesk Revit alla storia del centro urbano. A partire dalla modellazione dello stato di fatto, anziché considerare la vita futura dell'edificio, abbiamo "ribaltato" la logica alla base delle "fasi" del programma, ricostruendo la consistenza delle costruzioni da oggi a sei secoli fa, facendo quindi coincidere le fasi temporali del Software utilizzato (Revit) con le Unità di Fase tipiche del metodo stratigrafico. Queste sono state impostate in relazione alle informazioni ricavate dalle fonti catastali (catasto francese, 1812, carte d'impianto, 1922, catasto odierno, 2002) e dall'osservazione diretta. I secoli a cui abbiamo fatto riferimento nell'impostazione delle fasi sono il Quattrocento, momento della rifondazione del borgo; il Seicento, periodo del riordino urbano fra i vicoli VI e VII e della riorganizzazione degli edifici di culto; il Settecento, epoca della lobia di Casa Accornero e di alcuni elementi delle chiese e del castello; il 1812 ed il 1922, anni di redazione dei catasti considerati ed infine il 2015. Non c'è un limite al numero delle fasi temporali che possono essere impostate. Le fasi utilizzate per Casa Accornero hanno un intervallo temporale centennale (dal XV secolo al 2012) e ci hanno permesso di realizzare un modello dinamico che mostra nelle varie epoche la consistenza dell'edificio. Dal momento che i documenti storici relativi all'abitazione sono quasi del tutto inesistenti (a parte le fonti catastali), per la ricostruzione dell'abitazione e la datazione delle Unità stratigrafiche ci siamo basati sull'osservazione diretta e sul confronto con il costruito del borgo.

Il lavoro è proseguito con la definizione diacronica di volumi, nuove costruzioni, demolizioni e sopraelevazioni a livello urbano, microurbano e



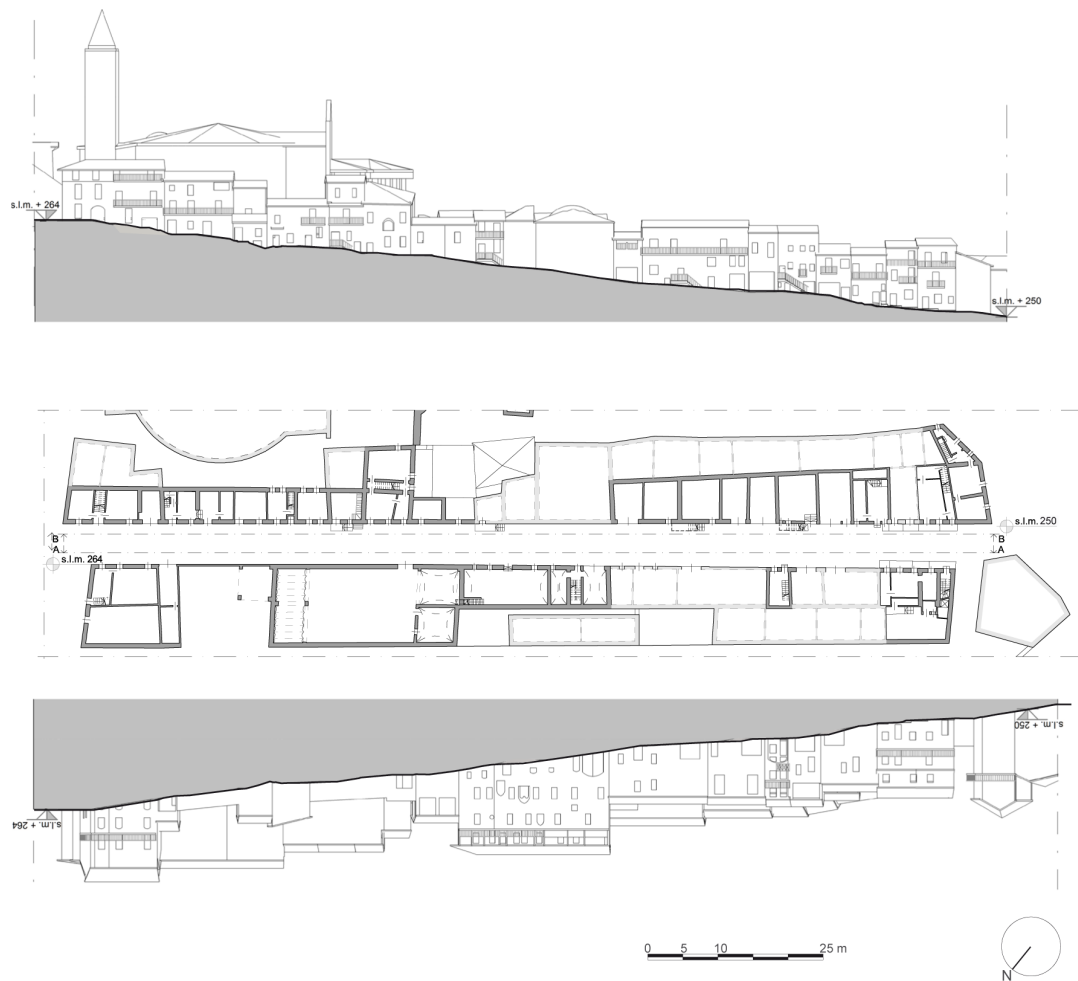
3. Periodizzazione dello sviluppo dell'insediamento storico di Montemagno. In grigio chiaro le preesistenze, in grigio scuro le aggiunte rispetto al periodo precedente.

architettonico, e con la ricostruzione delle fasi dell'edificio oggetto di studio definendo, ad esempio, i tamponamenti delle aperture medievali e asportandone una porzione in un'unità di fase posteriore per creare nuove bucatore a cavallo tra il muro originale e ed il tamponamento stesso.

Alla scala urbana lo studio del nucleo storico di Montemagno ha lo scopo di creare una piattaforma idonea ad analisi con dettagli di tipo volumetrico, senza però semplificare eccessivamente il centro rilevato, evitando di ridurlo a mera forma e geometria, come a volte accade in episodi

di modellazione per puri fini divulgativi. Ci siamo infatti concentrati su analisi inerenti lo sviluppo cronologico dell'abitato e sulle sue mutazioni nel tempo, rimandando gli approfondimenti materiali al livello microurbano e successivamente a quello architettonico.

Alla scala microurbana ci si è occupati dell'analisi del Vicolo V, nel quale è situata Casa Accornero, oggetto di analisi a scala architettonica. Identificando in diverse Unità Stratigrafiche gli elementi di un edificio oggetto di studio, l'analisi stratigrafica degli elevati suddivide il bene analizzato in più porzioni omogenee per materiali e tecniche costruttive. A scala microurbana, abbiamo considerato le Unità Edilizie (UE) [12] quali unità stratigrafiche, identificate sui fronti strada osservando Prospetti Principali, (PP), cioè porzioni come sopraelevazioni o aggiunte al prospetto esterno considerato nella sua totalità, dalla base alla linea di gronda. In questo modo è stato possibile considerare gli elementi murari selezionati come porzioni contigue e omogenee, individuando sopraelevazioni ed aggiunte ai fabbricati tardomedievali. Il concetto di Unità Edilizia può essere ben accostato a software come Revit, in quanto è basato sulla classificazione di unità tridimensionali continue ed omogenee con le medesime caratteristiche, per cui è possibile creare famiglie e tipi relativi ad unità stratigrafiche di questo tipo. La finalità dell'approccio è quella di ottenere una serie di informazioni che ci diano un'idea abbastanza precisa della sequenza delle vicende architettoniche avvenute nell'ambito microurbano, restituibile attraverso il diagramma di Harris o Matrix [13], con il fine di comprendere l'evoluzione dell'abitato. Il concetto delle Unità Edilizie è stato inizialmente "calibrato per una scala corrispondente al singolo edificio" [14], ma la loro definizione come elementi di muratura omogenea con caratteristiche simili consente modesti salti di scala, impensabili con approcci diversi, e permette di considerare il singolo manufatto nel contesto costruito di cui fa parte, oltre a porre le basi per riconoscere le Unità stratigrafiche murarie della scala architettonica. Nel nostro caso, le UE riguardano porzioni di muratura più ampie rispetto a quelle fino ad oggi



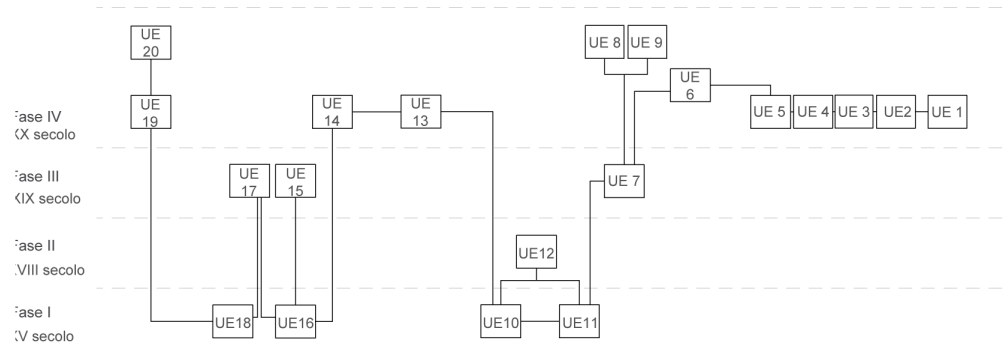
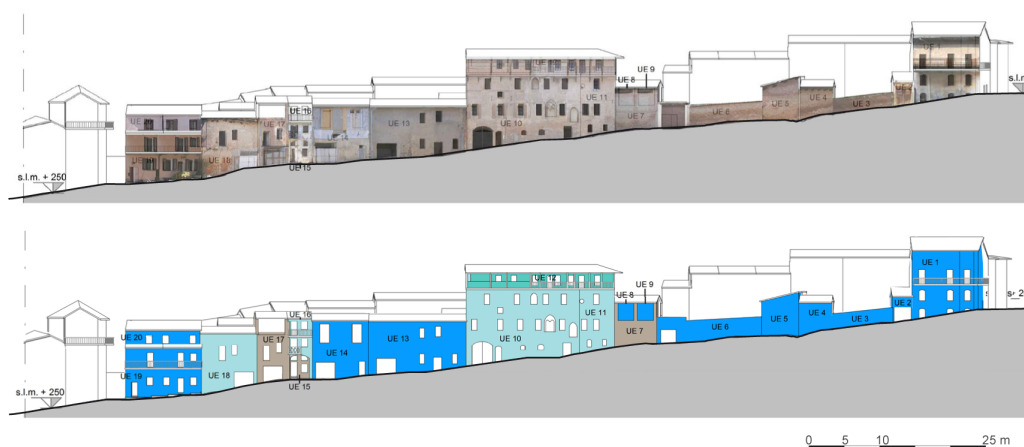
4. Indagini a scala microurbana: rilievo del vicolo V a Montemagno.



trattate con questo metodo in quanto, trattandosi di una scala più piccola di quella architettonica, lo studio è stato svolto con alcune semplificazioni dovute al grado di dettaglio di riferimento, e sono emersi durante i sopralluoghi numerosi casi di uniformità nelle caratteristiche formali e materiche delle murature, in genere in laterizio o miste in blocchi lapidei e mattoni. Questo ci ha permesso di occuparci dell'analisi dei fronti strada del Vicolo V definendo un ambito di studio applicabile alla scala microurbana, nonostante alcune difficoltà riscontrate soprattutto a causa delle pareti intonacate, che non mostrano la tessitura muraria sottostante e sono difficilmente databili. È stato comunque possibile risalire ad una cronologia integrando l'osservazione diretta del costruito con le informazioni contenute nelle fonti catastali. Estendere l'approccio stratigrafico ad una porzione del tessuto urbano consente di svolgere analisi maggiormente approfondite e di leggere le relazioni tra i singoli manufatti architettonici.

Alla scala architettonica, le Unità Edilizie dell'ambito microurbano sono state dettagliate in Unità Stratigrafiche Murarie (USM) [15], Unità Stratigrafiche di Rivestimento (USR) [16] ed Elementi Architettonici (EA) [17], identificando nuove aperture, tamponamenti, sopraelevazioni ed aggiunte al corpo di fabbrica più antico. Le Unità Stratigrafiche Murarie e le Unità di Rivestimento sono state individuate in base all'omogeneità dei materiali e delle tecniche costruttive suddividendo il manufatto in relazione a "discontinuità" dovute ad eventi costruttivi diversi.

Al termine di un'analisi stratigrafica viene generalmente redatto un diagramma di Harris, o matrix, che ponga in relazione reciproca le Unità Stratigrafiche, le Unità di Fase e i rapporti stratigrafici. Si tratta di uno strumento ampiamente usato dagli storici dell'architettura e dagli archeologi, ma non è un mezzo particolarmente dinamico e spesso con il procedere dei lavori può necessitare di correzioni manuali, con la possibilità della propagazione degli errori. La nostra proposta di lavoro è quella di affiancare al matrix tradizionale il modello del file Revit, abachi descrittivi e disegni tematici raffiguranti le Unità di Fase su



UE Urbane			
Mark	Periodo	Family and Type	Area
UE 1	Novecento	Basic Wall: Muro 60 cm	60.11 m²
UE 2	Novecento	Basic Wall: Muro 20 cm	6.83 m²
UE 3	Novecento	Basic Wall: Muro 20 cm	29.54 m²
UE 4	Novecento	Basic Wall: Muro 20 cm	24.53 m²
UE 5	Novecento	Basic Wall: Muro 20 cm	31.46 m²
UE 6	Novecento	Basic Wall: Muro 20 cm	56.69 m²
UE 7	Ottocento	Basic Wall: Muro 20 cm	33.30 m²
UE 8	Novecento	Basic Wall: Muro 20 cm	5.75 m²
UE 9	Novecento	Basic Wall: Muro 20 cm	5.80 m²
UE 10	Medioevo	Basic Wall: Muro 63 cm	148.55 m²
UE 11	Medioevo	Basic Wall: Muro 63 cm	51.44 m²

UE Urbane			
Mark	Periodo	Family and Type	Area
UE 12	Settecento	Basic Wall: Muro 63 cm	42.72 m²
UE 13	Novecento	Basic Wall: Muro 40 cm	111.70 m²
UE 14	Novecento	Basic Wall: Muro 40 cm	57.00 m²
UE 15	Ottocento	Basic Wall: Muro 60 cm	6.94 m²
UE 16	Medioevo	Basic Wall: Muro 60 cm	13.39 m²
UE 17	Ottocento	Basic Wall: Muro 60 cm	26.38 m²
UE 18	Medioevo	Basic Wall: Muro 60 cm	72.44 m²
UE 19	Novecento	Basic Wall: Muro 60 cm	81.31 m²
UE 20	Novecento	Basic Wall: Muro 60 cm	23.93 m²

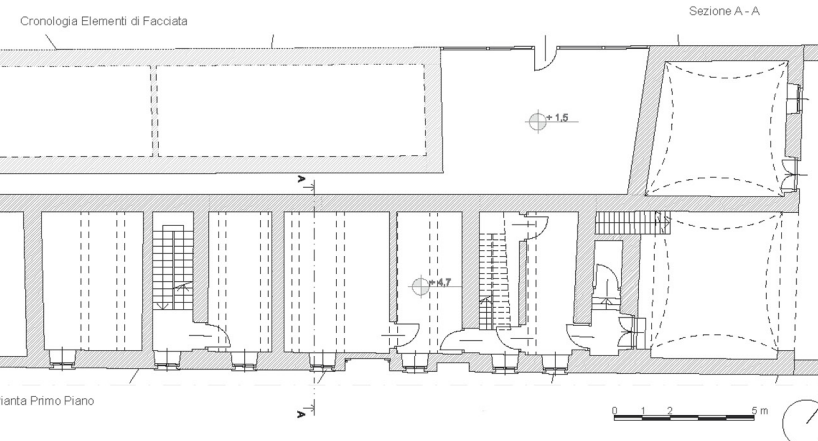
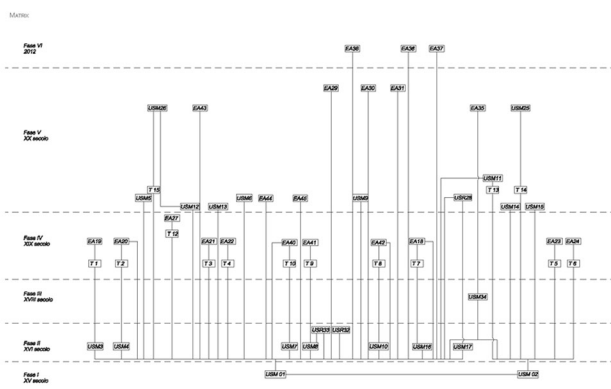
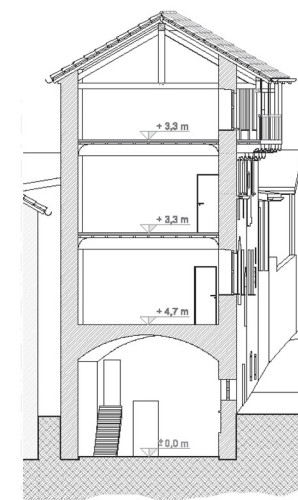
5. Ortofotopiani e applicazione del diagramma di Harris al vicolo V a Montemagno.



una base costituita da un eidotipo. Con questo approccio di lavoro è possibile gestire il modello in modo dinamico, controllando la dimensione temporale per ogni elemento ed ogni vista è automaticamente modificata dal software per ogni cambiamento intervenuto sul modello. D'altro

canto gli abachi ed i disegni prodotti in Revit non colgono i rapporti stratigrafici che sono invece restituiti dal diagramma di Harris. È quindi importante accostare i due strumenti nell'analisi del costruito, al fine di cogliere i vantaggi di entrambi. Il passo successivo della ricerca, potrebbe essere

quello di definire abachi pre-set o altre soluzioni appositamente progettate in Revit, come app-in su misura, oppure sfruttando l'interoperabilità con altri Software, senza precludere possibilità di confronto fra metodologie diverse.



6. Indagini a scala architettonica di casa Accornero. Ortofotopiano e diagramma di Harris, a sinistra, pianta del primo piano, prospetto tematico e sezione, a destra.

### 3. UNA PROPOSTA DI APPLICAZIONE DEL B.I.M. ALL'APPROCCIO STRATIGRAFICO (SIMONA PIANO)

Lo studio stratigrafico di Montemagno è stato realizzato con il software BIM di Autodesk Revit con cui si è creato un database aggiornabile sulle Unità Edilizie associandole a parametri appositamente creati che permettono di ottenere diverse visualizzazioni delle UE a seconda delle analisi.

Nella fase di definizione delle Unità Stratigrafiche "Microurbane", le Unità Edilizie, sono state assegnate delle "etichette" ("tag") con cui individuare le murature analizzate, basate sul "contrassegno" ("mark") del singolo elemento murario che identifica ogni oggetto con un numero assegnato in sequenza. Si tratta di una proprietà di istanza, cioè quel tipo di proprietà localmente modificabili dall'utente e tipiche dei singoli oggetti anziché della categoria a cui afferiscono. In questo modo le UE relative al Vicolo V sono state individuate e numerate secondo l'andamento del fronte stradale; nel caso in cui un edificio presenti sopraelevazioni, l'"etichetta" corrispondente alla muratura più recente prosegue la numerazione del muro sottostante più antico. In questo modo sono state realizzate rappresentazioni tematiche con il software BIM associabili al diagramma di Harris, insieme ad abachi che mettano in relazione le UE con il periodo di costruzione impostato in Revit. Per fare ciò è stato creato il parametro "Periodo" che indica i secoli di riferimento, in modo da filtrare i vari elementi in viste tematiche. Una volta selezionati i dati, l'abaco così creato in Revit, corrisponde a una tabella che contiene informazioni inerenti le proprietà degli oggetti, in questo caso le murature considerate Unità Edilizie. Anche gli abachi creati con il BIM sono automaticamente modificati quando vengono apportati cambiamenti al modello e agli oggetti a cui fanno riferimento, consentono inoltre di ordinare la numerazione delle UE, a seconda delle esigenze. I dati sono stati disposti in ordine di numerazione delle UE per rendere più facile ed intuitiva la lettura in riferimento alla rappresentazione del fronte stradale del Vicolo V.

Il software BIM permette di racchiudere informazioni eterogenee in unico database, in

modo da rapportarle e compararle con una certa immediatezza, gestendole in modo informatizzato. Questo facilita lo svolgimento di svariate analisi il cui livello di approfondimento può essere definito impostando i livelli di dettaglio del software (i LOD) una volta modellato un oggetto. La progettazione delle famiglie a scala microurbana ed architettonica è stata coerente con i tre livelli di dettaglio utilizzati da Revit, il "coarse", il "medium" e il "fine" sopra menzionati. La famiglia della bifora di Casa Accornero, ad esempio, non è visibile in 1:1000, in quanto per tale scala ci siamo concentrati su analisi principalmente volumetriche; in 1:500 sono visibili solo la sagoma dell'apertura ed i due archetti che la contraddistinguono, mentre in scala 1:100 sono restituite anche le decorazioni in laterizi sagomati.

L'analisi stratigrafica al livello microurbano non si limita soltanto alla catalogazione e alla definizione della cronologia delle Unità Edilizie. Il parametro "Periodo" è stato applicato a rappresentazioni tematiche associando colori diversi alle varie epoche di costruzione e mostrando le Unità di Fase dei manufatti oggetto di studio; ciò è stato realizzato con filtri di sostituzione grafica applicati soltanto in alcune viste specifiche. Produrre questo tipo di disegni ha lo scopo di facilitare la lettura del palinsesto e rendere immediata la riconoscibilità del secolo storico di riferimento. L'analisi stratigrafica tradizionale prevede la redazione del diagramma di Harris che pone in evidenza i rapporti stratigrafici tra le Unità Edilizie (posteriorità, contemporaneità etc.), come nel caso di una sopraelevazione. L'Unità più antica è inserita nella parte bassa del grafico e sopra questa, collegata con una linea che indica il rapporto di posteriorità, si posiziona quella più recente. Con il Software BIM è possibile creare un abaco relativo alle UE o USM e relazionarlo a rappresentazioni tematiche per facilitare la lettura di un'analisi stratigrafica (come nello studio svolto a scala architettonica su Casa Accornero). Nonostante i rapporti stratigrafici non siano esplicitamente evidenziati, questo approccio pone in primo piano le fasi temporali (e quindi le Unità di Fase) delle unità edilizie considerate. L'analisi stratigrafica di Casa Accornero, gestita con il BIM,

ha implementato e approfondito le informazioni rilevate a scala microurbana, essendo la residenza situata nel Vicolo V. Nello specifico, sulla muratura di base dell'edificio sono state create le aperture medievali (bifore e monofore oggi tamponate) nelle quali sono stati inseriti nuovi muri desunti dall'ortofotopiano della facciata, creando i tamponamenti al cui interno sono state posizionate le aperture del XIX secolo. Come per la stratigrafia microurbana, questo metodo permette di associare ad ogni elemento murario del prospetto la relativa "etichetta" basata sul "mark" indicando le USM. Il processo appena descritto consente di denominare le unità del modello presente in Revit nella stessa maniera dello studio tradizionale ed analizzarle da più punti di vista.

L'approccio BIM è stato originariamente pensato per l'ambito architettonico di costruzioni ex-novo o di edifici preesistenti appartenenti alla storia recente. Il nostro approccio è leggermente diverso, ci occupiamo dell'ambito storico con il fine di comprendere le fasi di costruzione e sopraelevazione dell'abitazione. Le potenzialità del Building Information Modeling sono molto importanti e si prestano anche ad un utilizzo relativo al patrimonio ed alla sua gestione, da un punto di vista ricostruttivo e performativo.

Il vantaggio principale dei Building Information Models consiste nel poter catalogare costantemente le informazioni ed i dati, ma soprattutto permette di sfruttare la gestione delle fasi temporali di Revit. Tale funzione viene generalmente utilizzata dai progettisti in relazione alle fasi di demolizione e costruzione con opportuni filtri di sostituzione grafica. Le fasi preimpostate nei template di Revit sono quelle relative all'"esistente" e alla "nuova costruzione", a cui sono associate determinate sostituzioni grafiche che possono essere modificate dall'utente a seconda delle esigenze. In Revit ogni oggetto è contraddistinto da una fase di costruzione che in genere corrisponde a quella mostrata dalla vista in cui si sta lavorando; per ogni singolo elemento si può comunque impostare la fase di costruzione e quella di demolizione.

Tramite la scelta di apposite combinazioni delle fasi, il progettista può usare i "filtri fase" che

operano sostituzioni grafiche sugli oggetti del modello, selezionando quali caratteristiche evidenziare nella rappresentazione. I “filtri fase” creano una grafica uniforme a prescindere dalla categoria dell’elemento (porta, finestra, muro etc.), con il loro utilizzo possono essere più facilmente impostati gli oggetti che si desidera visualizzare nelle vista. La modalità che permette di vedere tutti gli elementi mostra sia le fasi di costruzione recenti che quelle antecedenti, ma non gli oggetti demoliti. A questa si sommano altre tipologie di filtri, come quelli che mostrano unicamente gli elementi di nuova costruzione o solo quelli appartenenti alle fasi anteriori senza far riferimento alle nuove edificazioni. Come le fasi, questi filtri sono realizzabili liberamente dall’utente, senza limitazioni quantitative.

Un’altra funzionalità interessante di Revit sono le tre “sostituzioni grafiche”, che possono essere modificate, senza crearne di nuove. Esse fanno riferimento a ciò che il software indica come “nuovo”, “demolito” ed “esistente”. Le sostituzioni grafiche possono essere settate modificando il tipo di linea (tratteggiata, continua, tratto punto etc.), la colorazione del tratto e della campitura dell’oggetto.

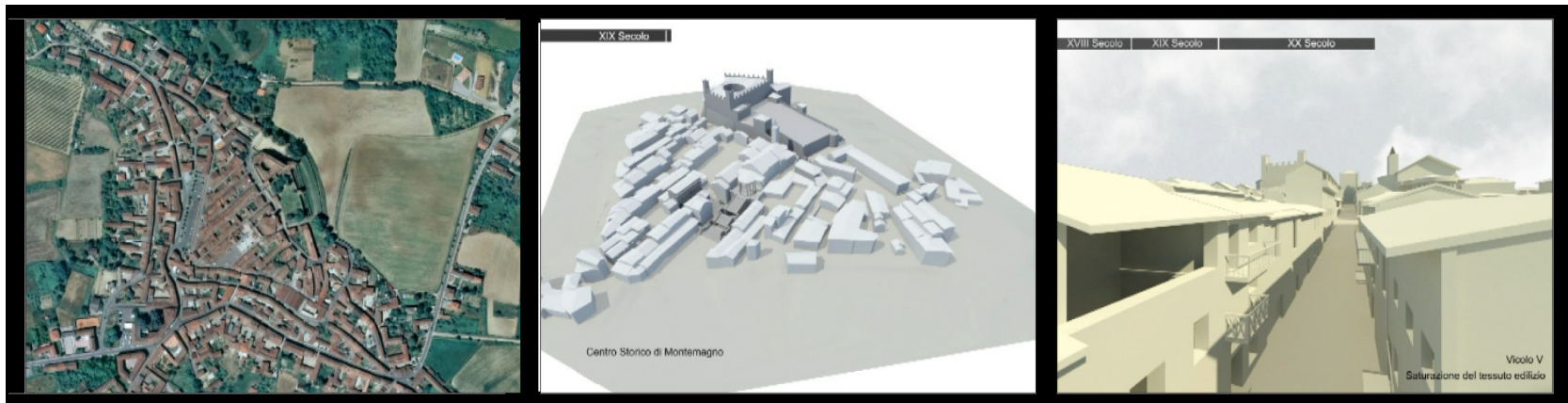
Le sostituzioni grafiche del modello urbano e di

Casa Accornero sono state modificate impostando linee continue di colorazione nera per le varie fasi in modo da visualizzare correttamente gli oggetti nei periodi temporali scelti, altrimenti Revit avrebbe utilizzato per gli oggetti costruiti e demoliti nella medesima fase, considerati come “temporanei”, linee tratteggiate di una colorazione differente.

L’analisi stratigrafica architettonica dell’abitazione prevede la redazione di un diagramma di Harris; come per lo studio stratigrafico microurbano abbiamo accostato disegni tematici ad abachi appositamente creati in cui le Unità Stratigrafiche Murarie sono state elencate ed associate al parametro “periodo”, volto a definire l’intervallo temporale di ciascun oggetto del modello. Per Casa Accornero non è stato redatto un unico abaco come per le Unità Edilizie Urbane, ma abbiamo riunito oggetti simili in più tabelle, per esempio le USM e gli Elementi Architettonici appartengono a due tabelle differenti (Tabella 1). Revit “filtra” gli oggetti da includere nell’abaco in base alle selezioni dell’utente: nel nostro caso abbiamo indentificato gli oggetti architettonici nelle sue parti rispetto alla rispettiva unità stratigrafica. Alle USM corrispondono gli elementi muro, indipendentemente dal fatto che siano tampona-

menti di aperture storiche o murature di base; gli elementi architettonici sono invece principalmente aperture, porte, finestre, nicchie; ognuna di queste tipologie di oggetto ha il suo abaco corrispondente. Gli elementi del modello sono stati suddivisi in apposite classi associando a ciascun oggetto il relativo acronimo (USM o EA) per mezzo della semantica del software.

Il metodo di studio utilizzato prevede l’impiego del BIM nell’analisi stratigrafica degli elevati; le applicazioni dei Building Information Models in archeologia si basano principalmente sulla creazione di modelli digitali che riproducano gli oggetti analizzati per poi esportare i risultati ottenuti nei formati IFC, DWF e ODBC. Gli studi compiuti fino ad oggi in quest’ambito non hanno mai analizzato pienamente le potenzialità del BIM per la gestione della dimensione temporale, limitandosi a realizzare un database del modello. Il fine della nostra ricerca consiste nel valutare le potenzialità di applicazione del BIM in indagini di stratigrafia degli elevati, approfondendo la dimensione temporale tramite l’impiego delle “proprietà di fase” sia nel modello a scala urbana del borgo di Montemagno, che a livello microurbano ed architettonico. Nel caso di Montemagno gli intervalli temporali scelti sono cen-



7. Screenshots dal video realizzato per la comunicazione dell’indagine su Montemagno..



tennali, a partire dal XIX secolo fino ad oggi, e più ampi per i secoli precedenti l'Ottocento a causa della mancanza di fonti sull'abitato per il XVI e XVIII secolo.

#### 4. CONCLUSIONI (ROBERTA SPALLONE, ANDREA PIANO, SIMONA PIANO)

I vantaggi che offre l'approccio appena descritto sono molteplici, a partire dalla possibilità di creare direttamente nel modello dello stato di fatto una serie di ricostruzioni della morfologia del borgo nei secoli. Questo metodo potrebbe essere applicato anche per lo studio di altri borghi storici o piccoli ambiti urbani e, se si avranno a disposizione documenti storici in quantità superiore, sarà possibile creare fasi temporali dell'abitato più dettagliate, con intervalli temporali minori.

La gestione della quarta dimensione è sfruttabile con maggiori potenzialità per approfondimenti a scala architettonica in quanto è possibile dettagliare anche la definizione delle fasi temporali delle singole costruzioni, come si è iniziato a sperimentare su Casa Accornero.

Nella ricerca presentata questo aspetto è stato impiegato su tutti e tre i livelli di analisi, urbano, microurbano ed architettonico, ipotizzando fasi con intervalli minori a seconda delle scale di ri-

duzione (1:1000, 1:500, 1:100). L'applicazione tramite il BIM dell'approccio stratigrafico alle diverse scale sarebbe auspicabile nel futuro per creare immediatamente una banca dati aggiornabile e digitalizzare i dati e le informazioni raccolte. Il modello BIM permette, infatti, di svolgere svariate tipologie di studio indagando in primo luogo l'evoluzione del patrimonio nel tempo.

La potenzialità più interessante, però, non ancora adeguatamente esplorata, a causa della limitata accessibilità dell'edificio e dell'indisponibilità di strumenti di indagine non distruttiva, che consentirebbero di superare il limite di uno studio circoscritto alla "pelle" del manufatto, è quella di intrecciare l'analisi stratigrafica con il modello tridimensionale, creando un patrimonio informativo che restituisca nel modo più completo le caratteristiche morfologiche e materiche del manufatto, nella sua costituzione e trasformazione attraverso il tempo.

La digitalizzazione e la restituzione dei dati del rilievo direttamente in Revit consentono molteplici impieghi del modello multiscalare, creando una base conoscitiva su cui progettare interventi di riqualificazione e restauro, dall'urbano all'architettonico.

Il database così realizzato può essere, inoltre, uti-

lizzato come punto di partenza per ulteriori studi in ambito storico, sociologico, economico... con il fine di passare dall'Archeologia dei segmenti ad "un'Archeologia della complessità e delle relazioni, i cui limiti cronologici non sono definiti a priori, ma dipendono dalla qualità delle fonti disponibili e dalla durata dei singoli fenomeni" [18].

#### NOTE

[1] Cavallari Murat, A. (1968), *Forma urbana e architettura nella Torino barocca*, Utet, Torino.

[2] Coppo, D. (2006), *Ragioni e significato di un metodo di rilievo urbano. La norma UNI 7310 a quarant'anni dalla sua prima applicazione*, in Ikhnos. Analisi grafica e storia della rappresentazione, pp. 193-212.

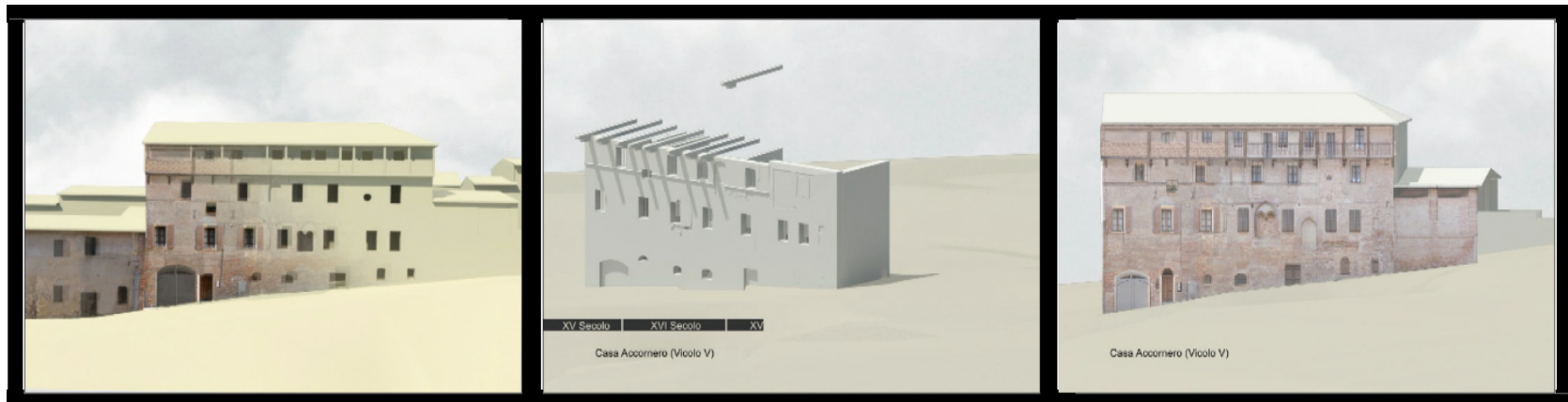
[3] Coppo, S. Spallone, R. (1995), *Rilievo di via Pietro Micca*, in Dipartimento di Ingegneria dei Sistemi Edilizi e Territoriali, Torino nell'Ottocento e nel Novecento. Ampliamenti e trasformazioni entro la cerchia dei corsi napoleonici, Celid, Torino, pp. 534-538.

[4] Calorio, GF., Moglia, G., Spallone, R., Vitali, M. (2003), *Il disegno*

dei portici nei centri minori in Piemonte. I portici delle Villae Novae piemontesi: Fossano, Cherasco, Cuorgnè. Il disegno dei "percorsi coperti" per la valorizzazione dell'immagine urbana, in Cundari, C., Carnevali, L. (a cura di), *Il Rilievamento urbano. Tipologia, Procedure, Informatizzazione*, Kappa, Roma, pp. 497-518.

[5] Spallone, R. (1999), *Lettura e rappresentazione della trasformazione storica del Borgo di Po a Torino dall'età neoclassica ad oggi*. In Coppo, S., Novello Massai G., Biscaglia, L., Davico, P., Spallone, R., Borgo Po 1999. Un'esperienza di rilievo della trasformazione, Levrotto & Bella, Torino, pp. 21-42.

[6] Baculo Giusti, A. (1994), *Napoli all'infinito/Naples in progress. Napoli in assonometria... e Napoli nel data base*, Napoli, Electa. Baculo



8. Screenshots dal video realizzato per la comunicazione dell'indagine su Montemagno..



Giusti, A. (1995), *Napoli in assonometria*, Napoli, Electa.

[7] Spallone, R., *Corso Vinzaglio*. Spallone, R., *Via Cernaia*. Carrozzo, A., Spallone, R., *Via Pietro Micca*. Calorio, G.F., Spallone, R., *Piazza Bononi*. In Coppo, S., Davico, P. a cura di (2001), *Il disegno dei portici a Torino. Architettura e immagine urbana dei percorsi coperti da Vitozzi a Piacentini*, Celid, Torino, pp. 131-155, pp. 157-173, pp. 347-355, pp. 391-399. Spallone, R., *I mercati di Fossano*. Spallone, R., *La provincia di Novara*. In Coppo, D., Osello A. a cura di (2007), *Il disegno di luoghi e mercati in Piemonte*, Umberto Allemandi & C., Torino, pp. 262-272, pp. 273-295.

[8] Baculo, A., Campi, M., di Luggo, A., Florio, R., Maglioccola, F. (2006), *I fronti urbani di Napoli. I grandi assi e le strade maggiori della città*, 1, Electa, Napoli. Baculo, A., di Luggo, A., Florio, R., *I fronti urbani di Napoli. I quartieri degradati e le piazze della città*, 2, Electa, Napoli 2006.

[9] Apollonio, F. I., a cura di (2007), *I colori di Cesena. La scena urbana della città*, CLUEB, Bologna.

[10] "Il metodo di ricerca si caratterizza per essere un metodo regressivo, che consiste nel partire dalla configurazione odierna per risalire alle forme del territorio più antiche, con la finalità di comprendere come si è giunti all'assetto attuale, ultimo anello di una lunga catena". Tosco, C. M. (2009), *Il paesaggio storico. Le fonti e i metodi di ricerca tra medioevo ed età moderna*, Editori Laterza, Roma-Bari, p. 5.

[11] Con il termine "Stratigrafia degli elevati" si intende un metodo di studio di derivazione geologica ed archeologica applicata agli edifici. Questo approccio consente di "individuare le singole azioni di costruzione e demolizione, di riconoscerne i reciproci rapporti di anteriorità, posteriorità e contemporaneità e di ricostruirne la sequenza".

Brogiolo, G. P., Cagnana, A. (2012) *Archeologia dell'architettura. Metodi e interpretazioni*, All'Insegna del Giglio, Firenze, p. 7. Lo scopo di tale metodo di studio è individuare la sequenza delle fasi intervenute sul costruito nel corso del tempo.

[12] "Come unità di riferimento si è stabilita una porzione dell'edificio denominata Unità Edilizia, che può essere definita come un insieme di elementi murari contigui ed omogenei, collegati in un solo intervento esecutivo. Si tratta quindi di un'unità tridimensionale, frutto di un programma intenzionale continuo di costruzione, rilevabile con chiarezza nelle strutture conservate". Tosco, C. M. (2003), *Una proposta di metodo per la stratigrafia dell'architettura*, in Brogiolo, G. P., Cagnana, A. (2012) *Archeologia dell'architettura*, cit., p. 19.

[13] "Il diagramma stratigrafico o matrix è la rappresentazione delle relazioni fisiche delle diverse USM [Unità Stratigrafiche Murarie]; permette la visualizzazione dei rapporti che costituiscono la sequenza stratigrafica. La costruzione del matrix segue la sequenza delle unità, segnando per prima l'USM che nello scavo copriva tutte le altre. Sulla linea delle ascisse si dispone la posizione delle unità nello spazio, mentre sulle ordinate il tempo relativo intercorso tra una USM e un'altra [...] Il diagramma stratigrafico evidenzia i rapporti fisici esistenti tra le parti dell'edificio, identificate con le USM". Beltramo, S. (2009), *Stratigrafia dell'architettura e ricerca storica*, Eurolit, Roma, pp. 18-19.

[14] Tosco, C. M. (2003) cit., p. 19.

[15] Le Unità Stratigrafiche Murarie sono definite come azioni costruttive e distruttive definite anche interfacce positive e negative. "La singola USM si distingue dalle altre in base ai rapporti stratigrafici. I limiti sono oggettivi, anche nel caso di una USM positiva, ovvero di un'azione costruttiva unitaria, dipendono dal dettaglio con il quale vogliamo descriverla. Possiamo

considerare un'unica USM l'insieme costruito in modo omogeneo, ovvero la porzione corrispondente ad una giornata di lavoro" da Brogiolo, G. P., Cagnana, A. (2012), cit., p. 29.

# BIBLIOGRAFIA

Adami, Andrea, Guerra, Francesco, Stevanin, Cecilia (2004), *Il modello urbano tridimensionale quale supporto per la conoscenza: il caso del borgo medievale di campo*, in Malinverni, Eva (a cura di), e Arcom - Tecnologie per comunicare l'architettura, Portonovo, Ancona, 20-22 Maggio 2004, Ancona: CLUA Edizioni, pp. 1-5.

Affleck, Janice, Yehuda, Kalay, Kvan, Thomas (2008), *New Media and Cultural Heritage*, Routledge, Londra.

Apollonio, Fabrizio Ivan, a cura di (2007), *I colori di Cesena. La scena urbana della città*, CLUEB, Bologna.

Baculo Giusti, Adriana (1994), *Napoli all'infinito/Naples in progress. Napoli in assonometria... e Napoli nel data base*, Napoli, Electa.

Baculo Giusti, Adriana (1995), *Napoli in assonometria*, Napoli, Electa.

Baculo, Adriana, Campi, Massimiliano, di Luggo, Antonella, Florio, Riccardo, Maglioccola, Francesco (2006), *I fronti urbani di Napoli. I grandi assi e le strade maggiori della città*, 1, Electa, Napoli.

Baculo, Adriana, di Luggo, Antonella, Florio, Riccardo, *I fronti urbani di Napoli. I quartieri degradati e le piazze della città*, 2, Electa, Napoli 2006.

Beltramo, Silvia (2009), *Stratigrafia dell'architettura e ricerca storica*, Eurolit, Roma.

Bertocci, Stefano, Bini, Marco (2012) *Manuale di Rilievo Architettonico e Urbano*, Città Studi Edizioni, Novara.

Brogiolo, Gian Pietro (2007),

*Dall'Archeologia dell'architettura all'Archeologia della complessità*, in Pyrenae. Revista de prehistòria i antiguitat de la mediterrània occidental, Università di Barcellona, vol. 1, n. 38, p. 7-38.

Calorio, Gianfranco, Moglia, Giuseppe, Spallone, Roberta, Vitali, Marco (2003), *Il disegno dei portici nei centri minori in Piemonte. I portici delle Villae Novae piemontesi: Fossano, Cherasco, Cuornè. Il disegno dei "percorsi coperti" per la valorizzazione dell'immagine urbana*, in Cundari, Cesare, Carnevali, Laura (a cura di), *Il Rilevamento urbano. Tipologia, Procedure, Informazione*, Kappa, Roma, pp. 497-518.

Cavallari Murat, Augusto (1968), *Forma urbana ed architettura nella Torino barocca: dalle premesse classiche alle conclusioni neoclassiche*, UTET, Torino.

Chiavoni, Emanuela, Docci, Mario, Filippa, Monica, (2011) *Metodologie integrate per il rilievo, il disegno, la modellazione dell'architettura e della città*, Gangemi Editore, Roma.

Comba, Rinaldo (1985), *Le villenove del principe. Consolidamento istituzionale e iniziative di popolamento fra i secoli XIII e XIV nel Piemonte sabauda, in Piemonte medievale. Forme del potere e della società. Studi per Giovanni Tabacco*, Einaudi, Torino.

Coppo, Secondino, Spallone, Roberta (1995), *Rilievo di via Pietro Micca*, in Dipartimento di Ingegneria dei Sistemi Edilizi e Territoriali, Torino nell'Ottocento e nel Novecento. Ampliamenti e trasformazioni entro la cerchia dei corsi napoleonici, Celid, Torino, pp. 534-538.

Coppo, Dino (2006), *Ragioni e significato di un metodo di rilievo urbano. La norma UNI 7310 a quarant'anni dalla sua prima applicazione*, in Ikhnos. Analisi grafica e storia della rappresentazione, pp. 193-212.

De Luca, Livio (2011), *Verso la caratterizzazione semantica di rappresentazioni digitali di artefatti architettonici: linee programmatiche di ricerca / Towards the semantic characterization of digital representation of architectural artifacts: programmatic lines of research*, in DISIGNARECON, Università di Bologna, vol. 4, n. 8.

Docci, Mario (2007), *Virtuale, Rappresentazione*, in Enciclopedia Italiana Treccani, XXI secolo, settima appendice, volume terzo, Istituto Enciclopedia Treccani, Roma, pp. 448-450.

Docci, Mario, Maestri, Diego (2009), *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Editori Laterza, Bari.

Dore, Conor, Murphy, Maurice (2012), *Integration of Historic Building Information Modeling and 3D GIS for Recording and Managing Cultural Heritage Sites*, 18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia: "Virtual Systems in the Information Society", 2-5 Settembre 2012, Milano, pp. 369-376. <https://www.academia.edu/2099498/Integration\_of\_Historic\_Building\_Information\_Modeling\_HBIM\_and\_3D\_GIS\_for\_Recording\_and\_Managing\_Cultural\_Heritage\_Sites> ultima consultazione: 17 Luglio 2015.

Dore, Conor, Murphy, Maurice (2012) *Integration of BIM and 3D GIS for Digital Heritage Modelling, Digital Documentation*, Edimburgo 22-23 Ottobre 2012. <http://arrow.dit.ie/beschrecon/71/> ultima consultazione: 17 Luglio 2015.

Garagnani, Simone, *Building Information Modeling semantico e rilievi ad alta risoluzione di siti appartenenti al Patrimonio Culturale*, in DISIGNARECON, Università di Bologna, Numero Speciale, DoCo 2012 - Documentazione e Conservazione del Patrimonio Architettonico ed Urbano, vol. 5, n. 10.

Longhi, Andrea, (a cura di) (2008), *Cadastrés et territoires : l'analyse*

*des archives cadastrales pour l'interprétation du paysage et l'aménagement du territoire = Catastros e territori : l'analisi dei catasti storici per l'interpretazione del paesaggio e per il governo del territorio*, Alinea, Firenze.

Marotta, Anna, Novello, Giuseppa a cura di (2015), *Disegno e città*, in Atti del convegno dell'Unione Italiana del Disegno "Disegno e Città", Torino, 17 - 19 Settembre 2015, Gangemi Editore, Roma.

Migliari, Riccardo (2012), *Geometria, Costruzione, Architettura*, in DISIGNARECON, Università di Bologna, IX, n. 9.

Murphy, Maurice (2012), *Historic Building Information Modeling (HBIM), For Recording and Documenting Classical Architecture in Dublin*, Tesi di Dottorato, Department of Civil, Structural & Environmental Engineering, Trinity College Dublin. <https://www.academia.edu/8237173/Historic\_Building\_Information\_Modeling\_HBIM\_PhD> ultima consultazione: 19 Novembre 2015.

Murphy, Maurice (2014), *Semi-Automatic Techniques for Generating BIM Façade Models of Historic Buildings, Virtual Cultural Heritage in Ireland 2014*, Dublino, 27-28 Febbraio 2014.

Simeone, Davide, Cursi, Stefano, Toldo, Ilaria, Carrara, Gianfranco (2014), *BIM and knowledge for building heritage*, in ACADIA 2014 Design Agency: Projects of the 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture, ACADIA/Riverside Architectural Press, Los Angeles, 13 Ottobre 2014, pp. 681-690.

Spallone, Roberta (1999), *Lettura e rappresentazione della trasformazione storica del Borgo di Po a Torino dall'età neoclassica ad oggi*. In Coppo, Secondino, Novello Massai Giuseppa, Bisceglia, Leonardo, Davico, Pia, Spallone, Roberta, *Borgo Po 1999. Un'esperienza di rilievo*

della trasformazione, Levrotto & Bella, Torino, pp. 21-42.

Spallone, Roberta (2001), *Corso Vinzaglio*. Spallone, Roberta, *Via Cernaia*. Carrozzo, Antonio, Spallone, Roberta, *Via Pietro Micca*. Calorio, Gianfranco, Spallone, Roberta, *Piazza Bodoni*. In Coppo, Secondo, Davico, Pia a cura di (2001), *Il disegno dei portici a Torino. Architettura e immagine urbana dei percorsi coperti da Vitozzi a Piacentini*, Celid, Torino, pp. 131-155, pp. 157-173, pp. 347-355, pp. 391-399.

Spallone, Roberta (2007), *I mercati di Fossano*. Spallone, Roberta, *La provincia di Novara*. In Coppo, Dino, Osello Anna a cura di (2007), *Il disegno di luoghi e mercati in Piemonte*, Umberto Allemandi & C., Torino, pp. 262-272, pp. 273-295.

Tosco, Carlo Mario (2003), *Una proposta di metodo per la stratigrafia dell'architettura*, in *Archeologia dell'architettura*, All'Insegna del Giglio, vol. VIII, p. 17-27.

Vigliano, Giampiero a cura di (1969), *Beni culturali ambientali in Piemonte contributo alla programmazione economica regionale*, Unione Regionale delle Camere di Commercio, Torino.